

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 85102704.5

(61) Int. Cl.⁴: **A 61 M 16/00**

(22) Anmeldetag: 09.03.85

(30) Priorität: 14.06.84 DE 3422066

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.12.85 Patentblatt 85/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB NL SE

(71) Anmelder: **Drägerwerk Aktiengesellschaft**
Moislinger Allee 53-55
D-2400 Lübeck 1(DE)

(72) Erfinder: **Baum, Marcel, Dipl.-Ing.**
Lorbeergasse 15/7
A-1030 Wien(AT)

(64) **Beatmungssystem und steuerbare Ventileinheit hierzu.**

(67) Ein Beatmungssystem mit über ein Steuergerät steuerbaren positiven und negativen Beatmungsdrücken soll hinsichtlich seiner Anpassungsfähigkeit, insbesondere bei der Erzeugung hoher Impulsfolgefrequenzen oberhalb der natürlichen Atemfrequenz verbessert werden. Dabei ist ein Gasfördererelement in Verbindung mit einer Ringleitung vorgesehen, die in einem Inspirationszweig ein Einatemventil und in einem Expirationszweig ein Ausatemventil enthält. Die gewünschte Verbesserung wird dadurch erreicht, daß das Gasfördererelement (1) in der Ringleitung mit konstanter Förderrichtung angeordnet ist und daß durch wechselseitige Steuerung von Einatemventil (4) und Ausatemventil (5) in einem geschlossenen System Inspirations- und Expirationsimpulse erzeugt werden. Außerdem wird eine steuerbare Ventileinheit angegeben, bei der das Einatemventil (4) und das Ausatemventil (4) als Membranventile (20,21) durch kombinierte Injektor- und Ejektoreinheiten (27,28) mit geringer Trägheit betätigt werden (Fig. 1).

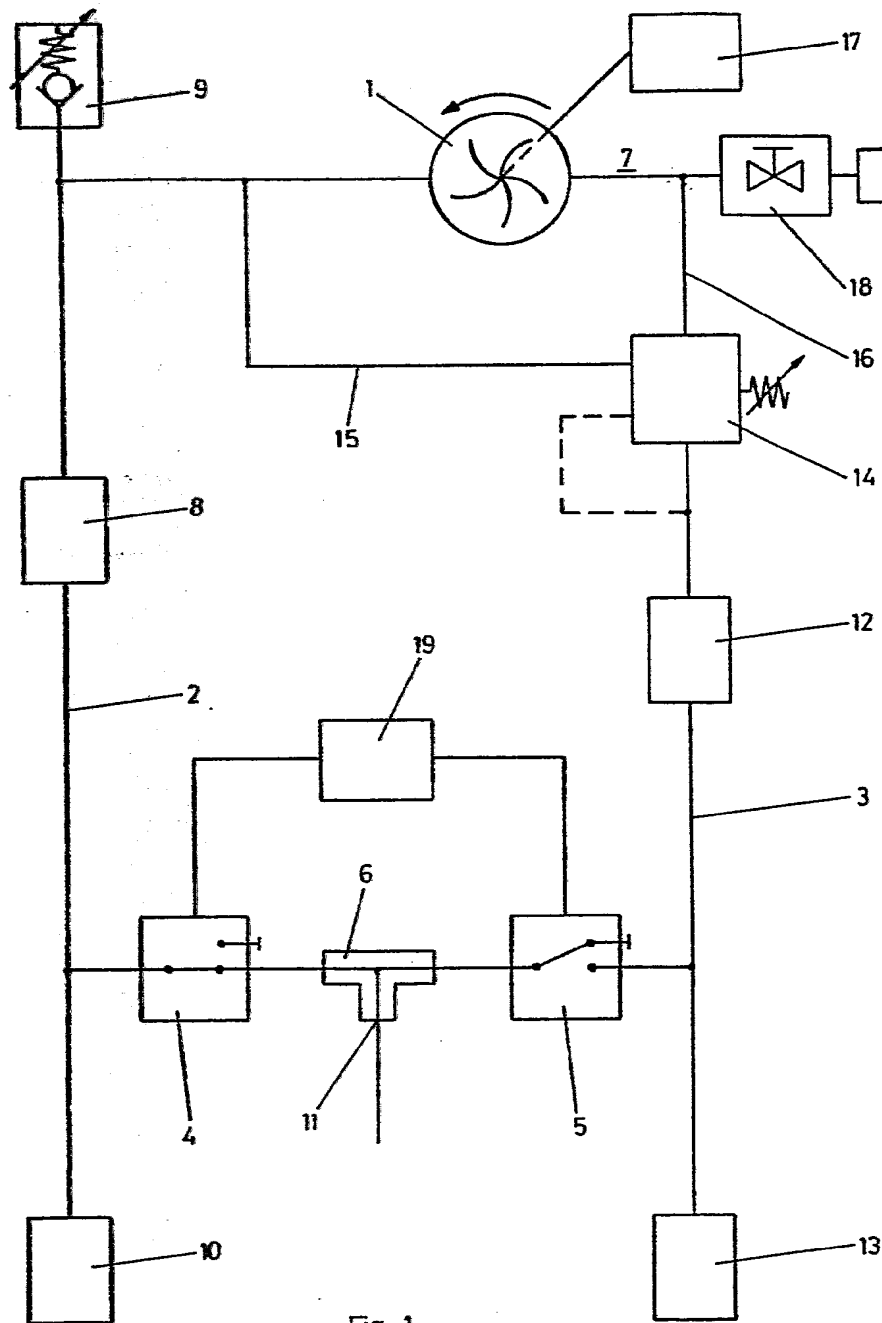


Fig. 1

D r ä g e r w e r k Aktiengesellschaft
Moislinger Allee 53-55, 2400 L ü b e c k

Beatmungssystem und steuerbare Ventilein-
heit hierzu

Die Erfindung betrifft ein Beatmungssystem mit
über ein Steuergerät steuerbaren positiven und
negativen Beatmungsdrücken, welche durch ein Gas-
fördererelement erzeugt werden, wobei eine Ringlei-
5 tung vorgesehen ist, die in einem Inspirations-
zweig ein Einatemventil und in einem Expirations-
zweig ein Ausatemventil aufweist. Außerdem wird
eine vorteilhafte steuerbare Ventileinheit zur Ver-
wendung in einem solchen Beatmungssystem angegeben.

10 Aus der DE-PS 917 210 ist eine Vorrichtung zur

künstlichen Beatmung bekannt, bei der ein Beatmungs-
anschluß über druckabhängig gesteuerte zwangsweise
gekoppelte Ventile in einem offenen System abwech-
selnd mit der Ansaugseite und mit der Ausblaseseite
5 eines Injektors verbunden wird.

Die DE-PS 946 258 beschreibt ein Atmungsgerät mit
einem Inspirations- und einem Expirationszweig, die
jeweils mit einem Druckgebläse und mit einem Saugge-
bläse verbunden sind. Durch eine in beiden Zweigen
10 wirksame Kulissenschiebersteuerung werden positive
und negative Beatmungsdrücke von entsprechender Dauer
erzeugt. Es handelt sich ebenfalls um ein offenes System,
welches den Nachteil eines hohen Verbrauches an Atemgas
aufweist.

15 Derartige Systeme sind wegen der Steuerträchtigkeit ihrer
mechanischen Bauteile nicht verwendbar, wenn eine rela-
tiv hohe Impulsfolgefrequenz der Beatmungsimpulse bei
hoher Flankensteilheit erreicht werden soll.

In der DE-AS 24 24 025 ist ein Beatmungsgerät mit
20 Inspirationszweig und Expirationszweig beschrieben,
welche Teile einer geschlossenen Ringleitung bilden.
Im Inspirationszweig ist ein Einatemventil und im Ex-
pirationszweig ein Ausatemventil vorhanden. Zur
Druckerzeugung dient ein in seiner Drehrichtung um-

steuerbares Gebläse, welches wechselseitig mit seiner Druckseite an den Inspirationszweig und nach Drehrichtungsumkehr mit seiner Saugseite an den Expirationszweig angeschlossen wird. Eine solche Anordnung erfordert eine komplizierte Drehrichtungsumsteuerung des Gebläses und ist nur für relativ langsame Impuls -
5 folgefrequenzen verwendbar.

Die Erfindung geht von der Aufgabenstellung aus, unter Verwendung eines einzigen Förderelementes ein pneumatisch
10 trägheitsarmes Beatmungssystem zu schaffen, welches eine Beatmung mit relativ hohen Impulsfolgefrequenzen (oberhalb 200 Inspirationsimpulse/min.) und mit hoher Flankensteilheit der Atemimpulse ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung ist vorgesehen, daß das Gasförderelement in der Ringleitung mit konstanter Förderrichtung antreibbar angeordnet ist, und daß durch wechselseitige Steuerung von Einatemventil und Ausatemventil in einem geschlossenen System
15 Inspirations- und Expirationsimpulse erzeugt werden.

Ein solches Beatmungssystem ist hinsichtlich der pneumatischen Energie anpassungsfähig und weist durch den Anschluß eines Gasförderelementes mit nur einer Förderrichtung einen einfachen Gesamtaufbau auf. Mit seiner Hilfe lassen sich auch hochfrequente Beatmungsimpulse mit hinreichenden Überdruck- bzw. Unterdruckwerten erzeugen.

Gasförderelemente in Ringleitungen sind bei Narkosegeräten unter anderem durch die US-PS 4 127 121 bekannt. Dort dient jedoch das Gasförderelement ausschließlich zur Umwälzung einer Spülgasströmung und erzeugt keine in einem Beatmungssystem erforderlichen Inspirations- bzw. Expirationsimpulse.

In der Inspirationsphase erzeugt das Gasförderelement, welches zweckmäßig als Mitteldruckgebläse ausgebildet sein kann, in Förderrichtung einen Überdruck, der bei geöffnetem Einatemventil und geschlossenem Ausatemventil über den Inspirationszweig das Atemgas in die Lunge des Beatmeten drückt. Umgekehrt wird bei geschlossenem Einatemventil und geöffnetem Ausatemventil, durch den an der Saugseite des Gasförderelementes anstehenden Unterdruck über den Expirationszweig die Lunge entleert. Die Dauer der Inspirations- und Expirationsphase bzw. die Höhe der erzeugten Unter- bzw. Überdruckwerte lassen sich vorteilhaft durch

eine geeignete Einstellung der Förderleistung sowie der Impulsbreite für die Inspirations- und Expirationssimpulse einstellen.

- 5 In der Grundanordnung ist der zu Beatmende über ein T-Stück an einen geschlossenen Atemkreislauf der Ringleitung angeschlossen. Dieser Atemkreislauf wird von einer externen Frischgasquelle gespeist, welche verbrauchten Sauerstoff und mögliche Leckagen im Ringsystem kompensiert. Dabei handelt es sich um die volumenbegrenzte geschlossene Betriebsform. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, im Inspirationszweig und im Expirationszweig Gasspeicherelemente anzubringen. Dabei wird ein Druckspeicher vor dem Einatemventil und ein Unterdruckspeicher hinter dem Ausatemventil unter Überdruck bzw. unter entsprechendem Unterdruck gehalten. Dies ermöglicht die spontane Durchatmung, bei der während der Inspirationsphase dem Druckspeicher zusätzliches Atemgas entnommen und während der Expirationsphase in den Unterdruckspeicher abgegeben wird. In diesem Falle ist die Spontanatmung der Zwangsbeatmung durch das Beatmungssystem überlagert.
- 10
- 15
- 20

Sind durch eine entsprechende Einstellung des Steuergerätes sowohl das Einatemventil, als auch das Ausatem-

ventil geöffnet, so kann ohne Zwangsbeatmung spontan durchgeatmet werden. Das den Beatmungsanschluß bildende T-Stück kann zweckmäßig als Injektor ausgebildet sein, wenn bei geöffnetem Einatem- und Ausatemventil eine intermittierende Überdruckbeatmung erreicht werden soll. 5
Liegt dabei das Speichervermögen des Druckspeichers und des Unterdruckspeichers im Bereich der Lungencompliance, ist die Durchatmung ohne wesentliche Atemwiderstände möglich. Das Beatmungssystem arbeitet in dieser Betriebsart als 10 halbgeschlossenes System.

In der Verbindungsleitung zwischen dem Einatem- und dem Ausatemventil kann zur zusätzlichen Sicherung zweckmäßig mindestens ein Ausgleichsventil angeordnet sein, welches beim Überschreiten des zulässigen Inspirationsdruckes 15 und beim Unterschreiten des zulässigen Expirationsdruckes nach der Atmosphäre öffnet und ein freies Durchatmen ermöglicht. Anstelle eines doppelt wirkenden Ausgleichsventils können auch zwei einfach wirkende Ausgleichsventile angeordnet sein, wobei das eine Ausgleichsventil bei Überschreitung des zulässigen Inspirationsdruckes und das andere 20 Ausgleichsventil beim Unterschreiten des zulässigen Expirationsdruckes öffnet.

Während bei der Betriebsart des geschlossenen Systems die Atemmittellage nur durch die Dosierung der Frischgaszufuhr 25 beeinflusst werden kann, läßt sich in der Betriebsform

- "halbgeschlossenes System" die Atemmittellage, beispielsweise dadurch zweckmäßig einstellen, daß im Inspirationszweig hinter dem Gasfördererelement ein einstellbares Überdruckventil sowie im Expirationszweig vor dem Gasfördererelement ein Unterdruckregler angeordnet sind. Die Atemmittellage ergibt sich dann aus dem eingestellten Überdruck und Unterdruck und aus dem Verhältnis der Öffnungszeiten des Einatem- bzw. Ausatemventils.
- 5
- 10 Um eine Kontamination der Ringleitung durch Raumluft zu vermeiden, kann der Unterdruckregler zweckmäßig in Form einer By-pass-Regelung zwischen Saugseite und Druckseite des Gebläses vorgesehen werden. In dieser Betriebsart entspricht das Beatmungssystem einer druckbegrenzten
- 15 halbgeschlossenen Beatmungsform.

- Eine steuerbare Ventileinheit, welche in dem angegebenen Beatmungssystem, gegebenenfalls aber auch davon unabhängig, eingesetzt werden kann, ist zweckmäßig so aufgebaut, daß das Einatemventil und das Ausatemventil als
- 20 Membranventile mit pneumatischem Antrieb ausgebildet sind, wobei die Membran einen Steuerhilfsraum von einem Gasführungsraum trennt und bei der der Steuerhilfsraum Mittel zur Überdruck- und Unterdruckerzeugung enthält. Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform werden in einer
- 25 solchen steuerbaren Ventileinheit kombinierte Injektor- und Ejektorpaare verwendet. Ihre Düsen lassen sich durch

5 die Steuervorrichtung mit einer Druckluftquelle verbinden, wobei das Steuergerät vorzugsweise entsprechend angeordnete Magnetventile ansteuert. In einem solchen Aufbau lassen sich Inspirations- bzw. Expirationsimpulse hoher Flankensteilheit und hoher Impulsfolgefrequenz erzeugen.

10 Die steuerbare Ventileinheit kann mit ihrem Einatem- und Ausatemventil im Inspirationszweig und Expirationszweig jedes bekannten Beatmungsgerätes verwendet werden, sie eignet sich jedoch besonders für den Einsatz in dem angegebenen Beatmungssystem der eingangs beschriebenen Art, wenn hohe Impulsfolgefrequenzen oberhalb der natürlichen Beatmungsfrequenz und hohe Flankensteilheit der Impulse erzeugt werden sollen.

15 Durch die Merkmale der Erfindung wird ein Beatmungssystem geschaffen, welches sich in der Betriebsart als geschlossenes Ringsystem durch geringen Gasverbrauch auszeichnet und das außerdem wahlweise als druckbegrenztes geschlossenes oder volumenbegrenztes halbgeschlossenes System
20 verwendbar ist.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung schematisch dargestellt; es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltungsdiagramm des Beatmungssystems,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der steuerbaren Ventileinheit mit den zugeordneten Schaltelementen.

5

10 In Fig. 1 ist ein Gasförderelement als Mitteldruckgebläse 1 angeordnet, welches zusammen mit einem Inspirationszweig 2, einem Expirationszweig 3 sowie einem Einatemventil 4, einem Ausatemventil 5 und einem T-Stück 6 zu einer Ringleitung 7 verbunden ist. Die Drehrichtung des Gebläses 1 und damit die Gasförderrichtung ist durch einen Pfeil angezeigt. Der Inspirationszweig 2 beginnt am Auslaß des Gebläses 1 und endet in der Abzweigung am T-Stück 6. Der Expirationszweig 3 führt von der Abzweigung des T-Stücks 6 bis zur Ansaugseite des Gebläses 1. Im Inspirationszweig 2 befindet sich in Strömungsrichtung hinter dem Gebläse 1 und vor einem Anfeuchter 8 ein einstellbares Überdruckventil 9. Hinter dem Anfeuchter 8 und vor dem Einatemventil 4 ist ein Druckspeicher 10 mit dem Inspirationszweig 2 verbunden. Das T-Stück 6 verbindet Inspirations- und Expirationszweig 2,3 und ermöglicht mit seinem Ansatz 11 den Anschluß der beatmeten Person, der in bekannter Weise über eine Atemmaske bzw. über einen Trachealtubus erfolgen kann.

15

20

25 Am Anfang des Expirationszweiges 3 befindet sich das

Ausatemventil 5, dem ein CO₂-Absorber 12 nachgeschaltet ist. Zwischen dem CO₂-Absorber 12 und dem Ausatemventil 5 ist ein Unterdruckspeicher 13 an den Expirationszweig 3 angeschlossen. Hinter dem CO₂-Absorber 12 liegt ein
5 Unterdruckregler 14, welcher so angeordnet ist, daß über eine By-pass-Leitung 15 und eine Leitung 16 die Druckseite hinter dem Gebläse 1 mit der Saugseite vor diesem Gebläse überbrückt ist. Vor der Ansaugseite des Gebläses 1 ist außerdem ein Frischgasförderelement 18
10 zur dosierten Einspeisung von Atemgas in die Ringleitung 7 an den Expirationszweig 3 angeschlossen.

Zur Steuerung des Einatemventils 4 und des Ausatemventils 5 dient ein in bekannter Weise mit elektronischen Bauelementen aufgebautes Steuergerät 19.

15 Das in Fig. 1 dargestellte Beatmungssystem ermöglicht durch den in der Zeichnung nicht näher erläuterten regelbaren Drehantrieb 17 des Gebläses 1 eine entsprechende Anpassung an die Druckwerte und Zeitdauer der Inspirations- bzw. Expirationsimpulse. Der durch das Gebläse 1
20 im Expirationszweig 3 erzeugte Unterdruck ist durch den Unterdruckregler 14 einstellbar. Die Folgefrequenz und die Zeitdauer von Inspirationsphase und Expirationsphase werden durch die wechselseitige Ansteuerung des Einatemventils 4 und des Ausatemventils 5 durch das Steuergerät
25 19 bestimmt. Das Überdruckventil 9 ermöglicht die Einstellung der Atemmittellage.

In Fig. 2 ist das Einatemventil 4 geöffnet und das Ausatemventil 5 geschlossen dargestellt. Beide Ventile 4,5 sind Membranventile, wobei die Membranen 20,21 jeweils einen Steuerhilfsraum 22,23 von dem durch den verbleibenden Inspirationszweig 2 und den verbleibenden Expirationszweig 3 gebildeten Gasführungsraum 24 abtrennen.

In den Steuerhilfsräumen 22,23, welche jeweils über Auslaßstutzen 25,26 in die Umgebungsatmosphäre münden, sind kombinierte Injektor- und Ejektoreinheiten 27,28 angeordnet, welche jeweils eine Ejektordüse 29,32 und eine Injektor-
düse 30,31 aufweisen. Diese Düsen sind über Verbindungsleitungen 36,37,38,39 mit Magnetventilen 33, 34 verbunden. Die Druckluftquelle 35, die einen Überdruck von etwa 2 - 5 bar erzeugt, ist an die Magnetventile 33, 34 mit einer verzweigten Anschlußleitung 40 anzuschließen.

In der gezeigten Einatemphase mit geöffnetem Einatemventil 4 und geschlossenem Ausatemventil 5 wird in dem Steuerhilfsraum 22 ein Unterdruck und in dem Steuerhilfsraum 23 ein Überdruck erzeugt. Hierzu ist die Druckluftquelle 35 durch das geschlossene Magnetventil 33 mit der Ejektordüse 29 und mit der Injektor-
düse 30 der kombinierten Injektor-Ejektoreinheiten 27,28 verbunden. Durch die Ejektordüse 29 wird Luft aus dem Steuerhilfsraum 22 abgepumpt und durch den Auslaßstutzen 25 in den Umgebungsraum geführt. Dabei entsteht ein Unterdruck, welcher die

Membran 20 öffnet und dadurch den Inspirationszweig 2 mit dem Ansatz 11 verbindet.

5 Die Druckluftzufuhr zur Injektordüse 30 bewirkt das Ansaugen von Umgebungsluft aus dem Auslaßstutzen 26 in den Steuerhilfsraum 23, so daß ein entsprechender Überdruck aufgebaut wird, welcher die Membran 21 schließt und damit den Expirationszweig 3 absperrt. In diesem Betriebszustand werden die Ejektordüse 32 und die Injektordüse 31 durch das geöffnete Magnetventil 34 drucklos gehalten.

10

Nach Ablauf der im Steuergerät 19 vorgegebenen Dauer des Einatemungsimpulses wird das Magnetventil 34 geschlossen und das Magnetventil 33 geöffnet. Damit erfolgt unter Umkehrung der beschriebenen Vorgänge die

15 Einleitung der Expirationsphase durch Öffnung des Ausatemventils 5, wobei gleichzeitig das Einatemventil 4 in die Schließstellung übergeht.

Eine derartige steuerbare Ventileinheit, wie sie im Vorangehenden unter Bezug auf Fig. 2 beschrieben wurde,

20 arbeitet besonders trägheitsarm und kann daher die bei der Hochfrequenzbeatmung gewünschten hohen Impulsfolgefrequenzen mit hoher Flankensteilheit der Einzelimpulse realisieren.

-7-

Ansprüche

1. Beatmungssystem mit über ein Steuergerät steuerbaren positiven und negativen Beatmungsdrücken, welche durch ein Gasförderelement erzeugt werden, wobei eine Ringleitung vorgesehen ist, die in einem Inspirationszweig ein Einatemventil und in einen Expirationszweig ein Ausatemventil aufweist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Gasförderelement (1) in der Ringleitung (7) mit konstanter Förderrichtung antreibbar angeordnet ist und daß durch wechselseitige Steuerung von Einatemventil. (4) und Ausatemventil (5) in einem geschlossenen System Inspirations- und Expirationsimpulse erzeugt werden.
2. Beatmungssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Einstellung des eingepprägten Atemminutenvolumens eine Einstellung der Förderleistung des Gasförderelementes (1) sowie der Impulsbreite der Inspirations- und Expirationsimpulse vorgesehen ist.

3. Beatmungssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Gasförder-
element (1) ein Mitteldruckgebläse ist.
- 5 4. Beatmungssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß in Verbindung
mit dem Inspirationszweig (2) und dem Expirations-
zweig (3) Gasspeicherelemente (10,13) vorgesehen
sind.
- 10 5. Beatmungssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß im Inspirations-
zweig (2) ein Überdruckventil (9) angeordnet ist.
- 15 6. Beatmungssystem nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Gasfördererele-
ment (1) auf seiner Druckseite durch eine vom Unter-
druck auf der Ansaugseite gesteuerte By-pass-Lei-
tung (15) überbrückbar ist.
- 20 7. Steuerbare Ventileinheit, welche ein entsprechend
der gewünschten Beatmungsfrequenz angesteuertes Ein-
atemventil und Ausatemventil enthält, insbesondere
zur Anwendung in einem Beatmungssystem nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das
Einatemventil (4) und das Ausatemventil (5) als Mem-

- branventile (20,21) mit pneumatischem Antrieb ausgebildet sind, wobei jeweils die Membran (20,21) einen Steuerhilfsraum (22,23) von einem Gasführungsraum (24) trennt, und daß der Steuerhilfsraum (22,23) Mittel (27,28) zur Überdruck- und Unterdruckerzeugung enthält.
- 5
8. Ventileinheit nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Mittel zur Überdruck- und Unterdruckerzeugung aus je einem
- 10 kombinierten Injektor- und Ejektorpaar (27,28) bestehen, deren Düsen (29,30,31,32) durch das Steuergerät (19) mit einer Druckluftquelle (35) verbindbar sind, und daß der Auslaß des Injektorteils in den Steuerhilfsraum (22,23) und der Auslaß des Ejektor-
- 15 teils über einen Auslaßstutzen (25,26) in den Umgebungsraum münden.
9. Steuerbare Ventileinheit nach Anspruch 8, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Steuerung der Düsen (29,30,31,32) zwei vom Steuergerät (19) angesteuerte Magnetventile (33,34) vorgesehen sind, welche die Druckluftquelle (35) beim
- 20 Einatemvorgang mit dem Ejektorteil des Einatemventils (4) und mit dem Injektorteil des Ausatemventils (5) und beim Ausatemvorgang mit dem Injektor-
- 25 teil des Einatemventils (4) und dem Ejektorteil

des Ausatemventils (5) verbinden.

10. Steuergerät für ein Beatmungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet -
n e t , daß das Steuergerät (19) zur Erzeugung
5 von hochfrequenten Inspirations- und Expirations-
impulsen mit hoher Flankensteilheit ausgebildet
ist.

1/2

0164500

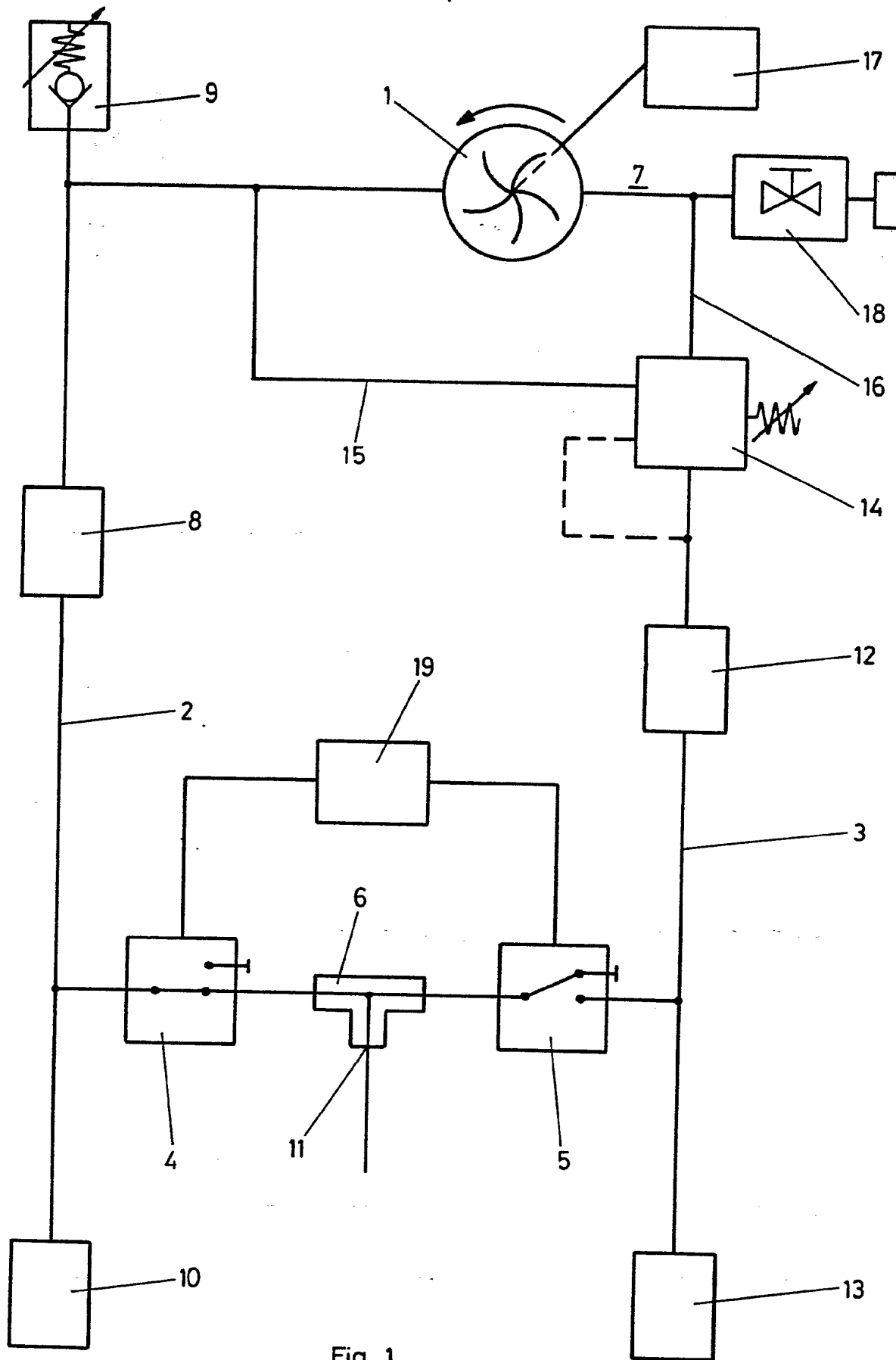


Fig. 1

2/2

0164500

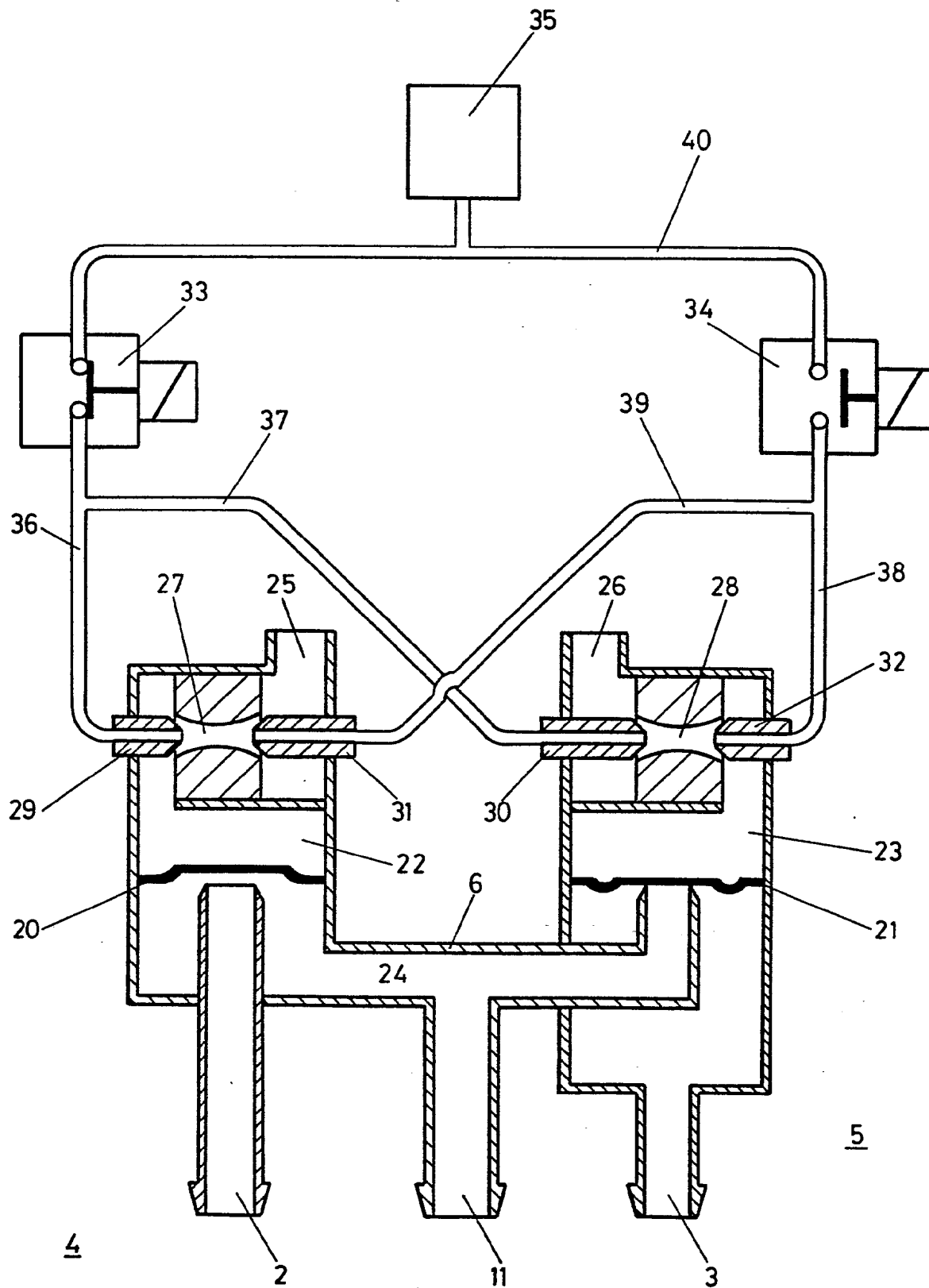


Fig. 2